

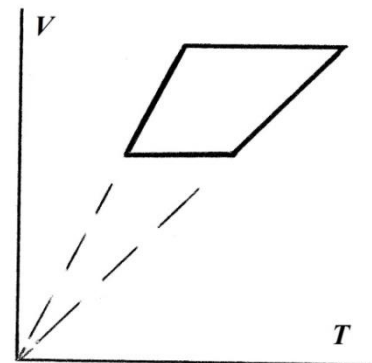
Физика, 11 класс, муниципальный этап  
Время выполнения – 3 часа 30 минут

Задача № 1. «Олимпийская трасса» (10 баллов)

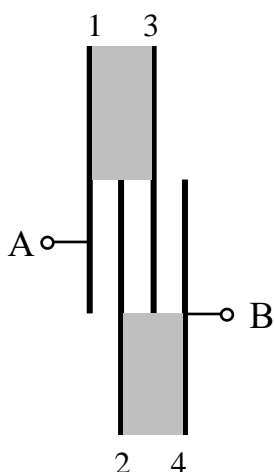
Трасса для бобслея и скелетона олимпийского комплекса в Сочи проходит по склону хребта Аибгау поселка Красная Поляна. Перепад высот между точкой старта и точкой финиша составляет 124,5 м. Общая протяженность трассы 1814 м, при этом расстояние вдоль трассы между точкой старта и точкой финиша – 1500 м, остальное – зона торможения. Безопасность спортсменов обеспечивается, в частности, тремя контруклонами, которые гасят скорость, так что максимальная скорость на финише составляет 78 % от теоретически возможной. Зону торможения можно представить в виде приблизительно прямолинейного отрезка с плавным подъемом на 7,5 м. Найдите среднее значение коэффициента трения в зоне торможения, полагая, что спортсмен достиг максимальной скорости на финише и проехал зону торможения до конца.

Задача № 2. «Циклический процесс» (10 баллов)

В тепловом двигателе один моль идеального одноатомного газа участвует в циклическом процессе, см. рисунок, при этом максимальная температура газа в ходе цикла достигает 900 К, и ровно втрое превышает минимальную температуру, а максимальное давление в газе превышает минимальное ровно в 2 раза. Изобразите цикл в осях переменных  $(p, T)$  и  $(p, V)$ , указав на всех трех графиках направление процессов. Вычислите переданную газу теплоту, совершаемую им работу и изменение его внутренней энергии на участке изобарного расширения. Вычислите КПД двигателя.



Задача № 3. «Пластины» (10 баллов)



Из тонких металлических пластин собрана изначально незаряженная система с воздушно-диэлектрическим заполнением так, как показано на рисунке (в сечении). Закрашенные участки заполнены диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ .

- Изобразите эквивалентную схему такой системы относительно точек  $A$  и  $B$ ;
- найдите выражения для эквивалентной емкости ее отдельных элементов;
- при каких  $\epsilon$  эквивалентная схема будет представлять собой комбинацию из последовательного и/или параллельного соединения конденсаторов?
- какова при этом будет эквивалентная емкость всей системы, если пластины имеют размеры  $10 \times 10 \text{ см}^2$ , а расстояние между пластинами 1 и 3 равно 1 см.

**Задача № 4. «Футбольный мяч» (10 баллов)**

Футбольный мяч с объемом внутренней камеры  $V = 5$  л имеет давление воздуха в камере  $p_0 = 1$  атм. Определите:

а) сколько циклов работы насоса с объёмом цилиндра  $V_n = 150$  мл надо совершить, чтобы неспешно накачать мяч до необходимого для игр давления  $p_{треб} = 1,1$  атм? (перенакачка не допускается, но можно слегка не докачать)

б) какое давление установится после этого в камере?

в) до какого давления можно тем же насосом неспешно откачать воздух из камеры мяча за то же число циклов работы насоса?

г) совпадет ли итоговое давление в камере мяча с первоначальным?

д) дайте объяснение такому результату.

Указание: изменением температуры газов в условиях задачи пренебречь.

**Задача № 5. «Капли и капельки» (10 баллов)**

Лабораторная установка зафиксировала, что при падении капли прозрачной бесцветной жидкости радиусом  $r_0 = 1$  мм с высоты  $h = 5$  см на натертый воском гладкий стол она разбилась на  $n = 27$  одинаковых мелких капелек. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите:

а) как связаны радиусы исходной капли  $r_0$  и дочерних капелек  $r_1$ ;

б) отношение коэффициента поверхностного натяжения (удельной работы против сил сцепления молекул) к плотности наблюдаемой жидкости  $\sigma / \rho$ ;

в) какая из приведенных в таблице 1 бесцветных прозрачных жидкостей наиболее соответствует результатам эксперимента;

г) как изменится число капелек, на которые распадается большая капля, если высоту, с которой она падает, увеличить вдвое?

Таблица 1. Свойства жидкостей

Наименование	Коэффициент поверхностного натяжения, мН/м (Дж/м <sup>2</sup> )	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Вода пресная	72,86	1000
Вода соленая	82,55	1010
Глицерин	59,40	1260
Жидкое мыло	20,00	1030